

Nombre : _____
Curso : _____
Fecha : _____

Revisión

CICLO CELULAR Y MITOSIS

CICLO CELULAR

El biólogo alemán Rudolf Virchoff en el siglo XIX planteó que, “*las células sólo provienen de células*”. Fue tan importante su aporte que se incluyó como uno de los postulados de la teoría celular. Según lo anterior, las células existentes se dividen a través de una serie ordenada de pasos denominados ciclo celular; en el cual la célula aumenta su tamaño, el número de componentes intracelulares (proteínas y organelos), duplica su material genético y finalmente se divide.

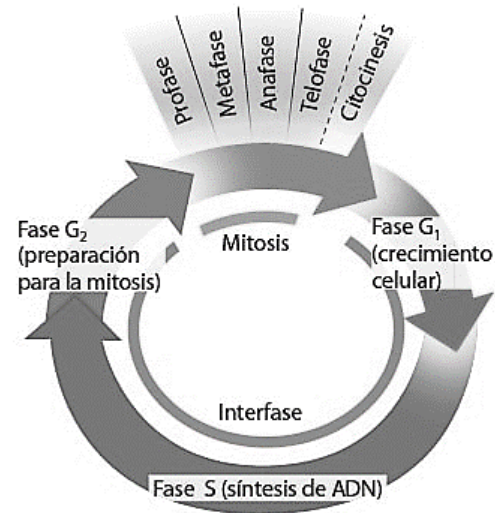
El ciclo celular se divide en dos fases:

INTERFASE

- **Fase de síntesis (S):** En esta etapa la célula duplica su material genético para pasarle una copia completa del genoma a cada una de sus células hijas.
- **Fase G₁ y G₂ (intervalos de crecimiento):** Entre la fase S y M de cada ciclo hay dos fases en las cuales la célula está muy activa metabólicamente, lo cual le permite incrementar su tamaño (aumentando el número de proteínas y organelos), de lo contrario las células se harían más pequeñas con cada división.

FASE M

- **Mitosis (M):** En esta fase se reparte a las células hijas el material genético duplicado, a través de la segregación de los cromosomas.
- **Citocinesis:** Finalmente se divide la célula mediante el anillo contráctil de actina y miosina (célula animal) o por la formación de la placa celular (célula vegetal), produciendo dos células hijas cada una con un juego completo de cromosomas.

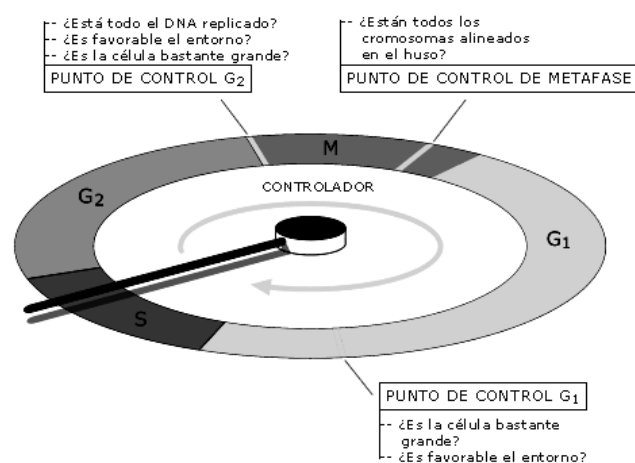


Cuando ya no se requieren más células en el organismo, éstas entran en un estado denominado **G₀**, en el cual abandonan el ciclo celular y entran en un periodo de latencia, lo cual no significa que entren en reposo ya que éstas células presentan un metabolismo activo, pues si estas células reciben el estímulo adecuado abandonan el estado G₀ y vuelven al G₁. Algunas poblaciones celulares altamente especializadas como las fibras musculares o neuronas al entrar en estado G₀ abandonan indefinidamente el ciclo celular.

SISTEMA DE CONTROL DEL CICLO CELULAR

El sistema de control del ciclo celular es un dispositivo bioquímico compuesto por un conjunto de proteínas reguladoras interactivas: las **ciclinas** y las **quinasas** dependientes de ciclinas que inducen y coordinan los procesos básicos del ciclo, como la duplicación de ADN y la división celular, a los que denominamos procesos subordinados.

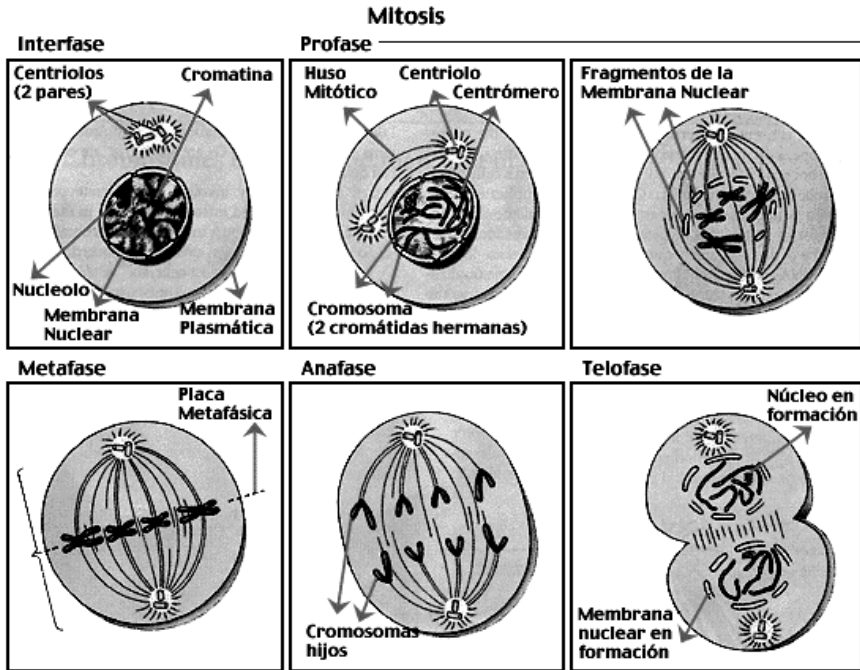
Durante un ciclo típico, el sistema de control está regulado por factores de retraso que pueden frenar el ciclo en puntos determinados denominados **puntos de control**. En estos puntos, las señales de retroalimentación que contienen información sobre los procesos subordinados pueden detener momentáneamente el avance del ciclo, evitando el inicio del proceso siguiente antes que el precedente haya terminado. Sobre dichos factores también actúan señales del entorno como puede ser una hormona o un factor de crecimiento.



MITOSIS

La **Mitosis** es la división del núcleo (donde las cromátidas hermanas de cada cromosoma se separan), para producir **dos células** hijas idénticas. Didácticamente se divide en 4 fases:

- **Profase:** Inicialmente los cromosomas se encuentran desenrollados (**cromatina**), iniciando su condensación. Se visualiza el nucléolo. La célula puede contener un par de centriolos duplicados (o centros de organización de microtúbulos en vegetales). Los **cromosomas** se aprecian con las **dos cromátidas** constituyentes, denominadas **cromátidas hermanas**, unidas por el **centrómero**. El nucléolo, desaparece progresivamente, los centriolos comienzan a moverse a los polos de la célula y algunas fibras comienzan a extenderse desde los centriolos.



Hacia el final de la profase (también llamada **prometáfase**) la membrana nuclear desaparece completamente y el citoesqueleto, que mantiene la arquitectura interna de la célula se disgrega. Alrededor de cada centrómero aparecen los cinetocoros, estructuras proteicas de anclaje para las fibras del huso mitótico. Los centros mitóticos alcanzan los extremos polares y los cromosomas se ubican al azar en el citoplasma y se conectan a los polos a través de las fibras cinetocóricas del huso mitótico.

- **Metafase:** Con las fibras del huso unidas al **cinetocoro**, los cromosomas pueden ser trasladados. Las fibras del huso son contráctiles y los movimientos cromosomales son el producto de esta tensión, que irradian en direcciones opuestas del cromosoma. Los cromosomas son alineados a lo largo del plano ecuatorial celular. Al alcanzar el ecuador se forma la **placa ecuatorial** y termina la **metafase**.
- **Anafase:** Los cromosomas dobles se dividen, separando sus cromátidas hermanas. Esto origina en un momento 92 cromosomas simples en la especie humana, éstos se mueven en sentido opuesto, hacia los polos. El resultado final de este proceso es la presencia de 46 cromosomas simples en las inmediaciones de cada centrómero. **Este punto marca el fin de la anafase**. Aunque esta etapa es constante, puede ocurrir algún error y la división de un cromosoma puede no ser efectiva o en forma parcial, dando origen a modificación en el cariotipo de los individuos.
- **Telofase:** Ocurre la reconstrucción de los núcleos. Cuando las cromátidas, llegan a los polos opuestos de la célula, ya han desaparecido las fibras cinetocóricas. Las fibras polares del huso elongan la célula. Nuevas membranas se forman alrededor de ellos formando 2 núcleos hijos, uno en cada polo. Los cromosomas se desenrollan y ya no son visibles bajo el microscopio óptico. Se observa el nucléolo en cada núcleo. Las fibras del huso se desagregan. En este momento se observa una célula con dos núcleos, y la citocinesis puede comenzar.
- **Citocinesis o división del citoplasma:** La célula tiene dos núcleos y lo usual es que éstos se separen con parte del **citoplasma** de la **célula madre** para formar células individuales con una distribución de **organelos** más o menos equitativa, y que asegure su supervivencia. La mayoría de las separaciones tienen que ser dinámicas. Esta etapa se conoce por **citocinesis**, **citoquinesis** o **citodiéresis**. Esta difiere en células animales y vegetales. Puede que la citocinesis no ocurra y esto da lugar a células binucleadas.

En células animales se agrupan **filamentos de actina y miosina** en el ecuador de la célula constituyendo un **anillo contráctil** comenzando a angostarse en ese mismo plano provocando un estrangulamiento que origina dos células hijas. Con participación del **citoesqueleto**, varios organelos se mueven a posiciones opuestas y quedan en situación óptima para el funcionamiento futuro. El tabique de separación se forma desde fuera hacia dentro de la célula (centrípeta).

En las células vegetales, el tabique que se comienza a formar en la telofase, en la placa ecuatorial, resulta de la acumulación de vesículas procedentes del **Aparato de Golgi**. Están cargadas con los componentes de la futura pared celular, contienen celulosa no ordenada ni estratificada, asociándose con los microtúbulos residuales del huso mitótico. Estos comienzan a fusionarse desde el centro hacia la periferia de la célula, formándose un tabique o **fragmoplasto**, en sentido centrífugo.

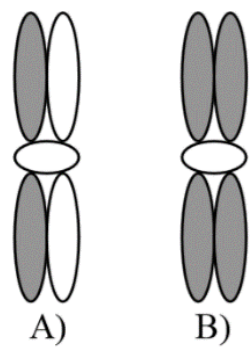
Actividad 1. Relaciona los conceptos de la columna **A** con las afirmaciones de la columna **B**. Algunos de ellos pueden repetirse.

COLUMNA A	COLUMNA B
A. interfase	____ cromosomas alineados en el plano ecuatorial
B. profase	____ condensación de los cromosomas
C. metafase	____ la mayoría de las células que no se dividen están en esta fase
D. anafase	____ incluye G1, S y G2
E. telofase	____ cromatina se descondensa
F. G0	____ replicación del DNA
G. G1	____ división del núcleo
H. G2	____ las cromátidas hermanas se separan y los cromosomas se mueven hacia los polos
I. S	____ formación de la membrana nuclear
J. mitosis	____ rompimiento de la membrana nuclear
K. citocinesis	____ metabolismo normal, síntesis y crecimiento
	____ cromosomas visibles
	____ inicio de la formación del uso mitótico

Actividad 3. Resuelve los siguientes problemas:

1. Si células en reposo proliferativo (**G0**) son inducidas a entrar en división y al mismo tiempo son incubadas en presencia del **nucleótido de Timina marcado radiactivamente**. Si la célula continúa con la mitosis, ¿la distribución de la marca en los cromosomas durante la metafase será cómo lo muestra el cromosoma A o el cromosoma B?

Cromosoma _____



¿Por qué ocurre esto? Explica:

2. Se tiene el siguiente antecedente: el fármaco citoclastina B bloquea la función de la **actina**. A partir de esto, responde:

a) ¿Qué aspecto del ciclo celular sería el más afectado por este fármaco si se aplicara a un cultivo de algún tipo de célula animal?

b) ¿Por qué no se afecta el ciclo celular de la célula vegetal?

Actividad 3. Selecciona la alternativa correcta:

1. ¿Qué eventos son propios de la interfase del ciclo celular?
 - I. duplicación de los centriolos
 - II. síntesis de ADN
 - III. organización del huso mitótico.
 - A. Sólo I
 - B. Sólo II
 - C. Sólo III
 - D. I y II
 - E. I, II y III
 2. En la interfase del Ciclo Celular es incorrecto que:
 - A. hay diferenciación celular
 - B. aumenta su tamaño al doble
 - C. se sintetiza ADN y proteínas
 - D. organización del huso mitótico
 - E. hay duplicación de organelos como los centriolos
 3. Algunas células cuando alcanzan un alto grado de diferenciación, salen del ciclo celular y quedan detenidas en el período de interfase sin volver a experimentar división celular. Éste es el caso de las
 - A. células óseas
 - B. células de la mucosa del estómago
 - C. neuronas
 - D. células hepáticas
 - E. células de la piel
 4. La citocinesis o citodiéresis corresponde a
 - A. un tipo de cáncer.
 - B. la muerte de la célula.
 - C. la división citoplasmática.
 - D. el movimiento de los centriolos.
 - E. la duplicación de los cromosomas.
 5. Una célula humana durante la anafase mitótica posee
 - A. 23 cromosomas dobles.
 - B. 46 cromosomas simples.
 - C. 92 cromosomas dobles.
 - D. 92 cromosomas simples.
 - E. 23 cromosomas simples.
 6. Si a un cultivo de células de la piel se le agrega un inhibidor de la citodiéresis, se podría esperar que
 - A. no se realice síntesis de ADN.
 - B. aparezcan células con dos núcleos.
 - C. se obtengan células con menos cantidad de ADN.
 - D. se obtengan dos células hijas de diferente tamaño.
 - E. se obtenga una célula con núcleo y otra sin núcleo.
 7. Señale el orden correcto de la Mitosis
 - A. Interfase, Profase, Telofase, Anafase.
 - B. Metafase, Anafase, Profase, Telofase.
 - C. Profase, Metafase, Anafase, Telofase.
 - D. Anafase, Metafase, Interfase, Profase.
 - E. Anafase, Metafase, Profase, Telofase.
 8. Con respecto a la cantidad de ADN que presentan las células somáticas durante el ciclo celular, es correcto afirmar que
 - I. en G1 y G2 la célula posee la misma cantidad de ADN.
 - II. en G2 la cantidad de ADN es 4c.
 - III. existe la misma cantidad de ADN en la profase y anafase de la mitosis.
 - A. Solo I.
 - B. Solo II.
 - C. Solo III.
 - D. Solo II y III.
 - E. I, II y III.
 9. En la siguiente lista se muestran diferentes fases del ciclo celular sin especificar su orden:
 - I. Duplicación de ADN
 - II. Aumento del tamaño celular y alta producción de enzimas y organelos celulares.
 - III. Se asigna un conjunto completo de cromosomas a cada una de las células hijas.
 - IV. Compactamiento del ADN duplicado para formar los cromosomas.
 - V. División del citoplasma en dos células hijas.
- La secuencia que mejor indica el orden en que ocurren las actividades del ciclo celular es:
- A. I, IV, III, V y II
 - B. III, II, V, I y IV
 - C. IV, III, V, I y II
 - D. II, I, V, III y IV
 - E. V, III, IV, I y II